

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



2018 г.

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования

Направление подготовки

**28.04.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника"**

(код, наименование направления подготовки (специальности))

Квалификация выпускника

**магистр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Направленность (магистерская программа):

**"Нано- и микросистемная техника"**

(наименование профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения **очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Срок освоения ОПОП **2 года**

Выпускающая кафедра **Физики твердого тела**

(наименование выпускающей кафедры)

Воронеж 2018 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры физики твердого тела

Протокол № 18 от 21.05 2018 г.

Заведующий кафедрой



Ю.Е. Калинин

Руководитель ОПОП

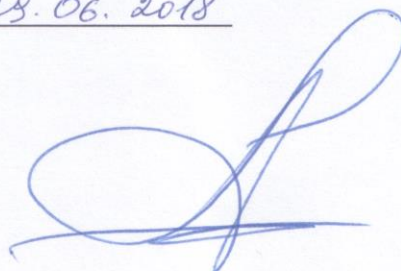


А.В. Калгин

Программа рассмотрена и утверждена решением ученого совета ВГТУ,

Протокол № 13 от 28.06.2018

Первый проректор



С.В.Сафонов

## Введение

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки магистров 28.04.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" является системой учебно-методических документов, сформированной на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) по данному направлению подготовки и включает, согласно ФГОС ВО, учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы практик и научно-исследовательской работы, итоговой государственной аттестации, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Представленный вариант ОПОП разработан для магистерской программы "Нано- и микросистемная техника", которая реализуется на кафедре физики твердого тела ФГБ ОУ ВО «ВГТУ».

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Используемые определения и сокращения

**Владение (навык):** составной элемент умения, как автоматизированное действие, доведенное до высокой степени совершенства;

**зачетная единица (ЗЕТ):** мера трудоемкости образовательной программы (1 ЗЕТ = 36 академическим часам);

**знание:** понимание, сохранение в памяти и умение воспроизводить основные факты науки и вытекающие из них теоретические обобщения (правила, законы, выводы и т.п.);

**компетенция:** способность применять знания, умения и навыки для успешной трудовой деятельности;

**конспект лекций (авторский):** учебно-теоретическое издание, в компактной форме отражающее материал всего курса, читаемого определенным преподавателем;

**курс лекций (авторский):** учебно-теоретическое издание (совокупность отдельных лекций), полностью освещающее содержание учебной дисциплины;

**модуль:** совокупность частей учебной дисциплины (курса) или учебных дисциплин (курсов), имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания и обучения;

**примерная основная образовательная программа (ПООП):** учебно-методическая документация (примерный учебный план, примерный календарный учебный график, примерные рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей, иных компонентов), определяющая рекомендуемый объем и содержание образования определенного уровня и/или определенной направленности;

**основная профессиональная образовательная программа (ОПОП):** совокупность учебно-методической документации, включающей в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей), иных компонентов и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии;

**программное обеспечение «Планы» (ПО «Планы»):** программное обеспечение, разработанное Лабораторией математического моделирования и информационных систем (ММиИС), которое позволяет разрабатывать УП, план работы кафедры, индивидуальный план преподавателя, графики учебного процесса, семестровые графики групп и рабочую программу дисциплины;

**профиль:** направленность основной образовательной программы на конкретный вид и (или) объект профессиональной деятельности;

**рабочая программа учебной дисциплины (РПД):** документ, определяющий результаты обучения, критерии, способы и формы их оценки, а также содержание обучения и требования к условиям реализации учебной дисциплины;

**результаты обучения:** социально и профессионально значимые характеристики качества подготовки выпускников образовательных учреждений;

**умение:** это владение способами (приемами, действиями) применения усваиваемых знаний на практике;

**учебник:** учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной

дисциплины или ее части, раздела, соответствующие учебной программе и официально утвержденное в качестве данного вида издания. Основное средство обучения. Учебник может являться центральной частью учебного комплекса и содержит материал, подлежащий усвоению;

**учебное пособие:** учебное издание, официально утвержденное в качестве данного вида издания, частично или полностью заменяющее, или дополняющее учебник. Основные разновидности учебных пособий: учебные пособия по части курса (частично освещающие курс); лекции (курс лекций, конспект лекций); учебные пособия для лабораторно-практических занятий; учебные пособия по курсовому и дипломному проектированию и др.;

**учебный план:** документ, который определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение по периодам обучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, формы промежуточной аттестации обучающихся.

### **Используемые сокращения:**

**ВО** - высшее образование;

**ЗЕТ** - зачетная единица трудоёмкости;

**ИФ** - интерактивная форма обучения;

**МКНП** - методическая комиссия выпускающей кафедры ВГТУ по направлению подготовки (специальности);

**УК** - универсальные компетенции;

**ОПК** - общепрофессиональные компетенции;

**ПК** - профессиональные компетенции;

**ПООП ВО**- примерная основная образовательная программа высшего образования;

**РПД** - рабочая программа дисциплины;

**УП** - учебный план;

**УМКД** - учебно-методический комплекс дисциплины;

**УМО** - учебно-методическое объединение;

**ФГОС ВО** - Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования.

## **1.2 Используемые нормативные документы**

Нормативной базой ОПОП ВО являются:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 28.04.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника", утвержденный 19 сентября 2017 года, № 921;

- Устав ВГТУ;

- Нормативные документы ВГТУ, на основании которых организуется образовательный процесс в университете.

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г. № 1367.

### 1.3 Обоснование выбора направления подготовки магистров по программе «Нано- и микросистемная техника»

В Центрально-черноземном регионе, в том числе в г. Воронеже имеется большое число предприятий электронной и радиотехнической промышленности, машиностроения, авиастроения и приборостроения, которые переходят на выпуск новой наукоемкой продукции, к которой предъявляется ряд требований как в направлении миниатюризации, так и в направлении придания продукции качественно иных характеристик и параметров. Для создания такой продукции необходимы специалисты с глубокими знаниями в области наноструктур и наноструктурированных материалов, нанотехнологий и микросистемной техники. В частности, увеличивается потребность выпускников различных направлений укрупненной группы 28.04.00, в частности, 28.04.01 - "Нанотехнологии и микросистемная техника". По направлению 28.04.01 - "Нанотехнологии и микросистемная техника" на предприятиях региона востребованы специалисты профиля: "Компоненты микро- и наносистемной техники" и магистерской программы "Нано- и микросистемная техника". Выпускники магистерской программы "Нано- и микросистемная техника" необходимы и трудоустраиваются на такие фирмы и учреждения как ОАО «Корпорация Научно-производственное объединение «РИФ», ЗАО «Воронежский завод полупроводниковых приборов (ВЗПП) - Микрон», ФГУП НИИ Электронной техники (НИИЭТ), ЗАО Концерн «Созвездие», предприятия радиоэлектронного комплекса Борисоглебска, Богучара, Нововоронежа, Липецка, Белгорода, Тамбова и других городов региона. Многие из выпускников поступают в аспирантуру, защищают кандидатские диссертации и трудоустраиваются как на выше перечисленные предприятия, так и в высшие учебные заведения г. Воронежа.

Подготовку кадров по направлению "Нанотехнологии и микросистемная техника" и магистерской программе "Нано- и микросистемная техника" ведет коллектив профессорско-преподавательского состава кафедры физики твердого тела, которая входит в состав базового научно-образовательного центра «Прикладной физики твердого тела, электромеханики и машиностроения», созданного на базе ОАО «Корпорация НПО «РИФ». Совместно с испытательным комплексом ОАО Конструкторское бюро «Химвавтоматика» кафедрой физики твердого тела организован Учебно-научный центр «Водородная энергетика». Более 20 лет кафедра физики твердого тела Воронежского государственного технического университета активно сотрудничает с ОАО «Корпорация НПО «РИФ» (генеральный директор д.т.н. Иванов А.С.) в подготовке кадров, проведении НИР, ОКР и внедрении разрабатываемой продукции. На базе Корпорации функционируют Научно-образовательный центр и некоммерческая организация «Центр развития нанотехнологий «ФОНОН», организованная совместно 4 организациями:

1. ОАО Корпорация НПО «РИФ»,
2. Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН (п. Черноголовка).
3. ФГБОУ ВО «ВГТУ».
4. Главное управление по промышленности, транспорту, связи и инновациям Воронежской области.

Коллектив располагает необходимым кадровым составом и нужной материально-технической базой, включающей научно-исследовательское оборудование учебно-

научных лабораторий и центров кафедры:

- лаборатория наноструктурных материалов;
- лаборатория диэлектриков и сегнетоэлектриков;
- лаборатория аморфных материалов;
- криогенный центр;
- лаборатория электронной микроскопии и электронографии, а также производ-

ственное, исследовательское и технологическое оборудование базового НОЦа.

Профессорско-преподавательский состав кафедры включает 6 профессоров, докторов наук, из них 1 заслуженный деятель науки РФ и 1 заслуженный работник высшего профессионального образования РФ, 9 доцентов, кандидатов наук. Кроме этого к образовательной деятельности привлекаются ведущие работники ОАО Корпорация НПО «РИФ». Научно-исследовательская деятельность студентов направления подготовки рассматривается как неотъемлемая составляющая процесса обучения магистров. В последние годы кафедра принимала участие в выполнении различных НИР и грантов, в том числе международных: «Физические свойства твердотельных гетерогенных сред со структурной размерностью различного масштаба» (руководитель проф. Калинин Ю.Е.), Грант INTAS 2001-2399 «Синтез и исследование эндоэдральных металлофуллеренов и пленок на их основе», Грант МНТЦ № 1580 «Разработка и исследование детекторов для обнаружения и регистрации водорода», многих грантов РФФИ, программы развития научного потенциала высшей школы (проект РНП 2.1.1/4406) и НИР «Модернизация лаборатории входного и выходного контроля ОАО «ВАСО»» в рамках комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства авиационных агрегатов гражданских самолётов нового поколения с применением концепции гибких производств (гибких производственных систем) для постановки в серийное производство регионального самолёта АН-148» программы Развития кооперации российских вузов и производственных предприятий и других. На кафедре успешно функционируют аспирантура и докторантура по специальностям: 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния» и 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Только за последние годы на кафедре защищено 5 докторских диссертаций (Голев И.М., Иванов О.Н., Стогней О.Н., Коротков Л.Н., Ситников А.В.) и несколько десятков кандидатских (ежегодно защищается 2-5 кандидатских диссертаций). Преподаватели кафедры тесно сотрудничают с учеными многих академических институтов (ФТИ им. Иоффе, ИК, ИСПМ им. Н.С. Ениколопова, ИФТТ и др.), отраслевых НИИ (ЦНИЧерМет, НИИ «Домен», Курчатовский и др.), высших учебных заведений России (МГУ им. М.В.Ломоносова, СПЭТУ, ТГУ, ВГУ, МИСиС и др.) и за рубежом (БГУ (Минск), ИФТТиП (Минск), Университет Мартина-Лютера (Галле, Германия) и др.).

Научные исследования проводятся по следующим направлениям:

1. Синтез, структура и физические свойства аморфных и нанокристаллических материалов и гетероструктур.
2. Физические явления в сегнетоэластиках.
3. Физические явления в неупорядоченных полярных диэлектриках.
4. Синтез, структура и свойства высокотемпературных сверхпроводников.
5. Термоэлектрические материалы и устройства.
6. Водородная энергетика.
7. Объемные нано- и микроструктурированные материалы функционально-

го и конструкционного назначения.

8. Упрочняющие наноструктурированные покрытия.

Тематика научных исследований кафедры соответствует магистерской программе "Нано- и микросистемная техника".

Научным руководителем магистерской программы "Нано- и микросистемная техника" является профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, доктор физико-математических наук, почётный работник высшего профессионального образования РФ Стогней Олег Владимирович.

Научными руководителями студентов-магистрантов являются ведущие профессора кафедры ФТТ:

- Калинин Юрий Егорович, заведующий кафедрой физики твердого тела, профессор, доктор физико-математических наук, заслуженный работник высшего профессионального образования РФ;

- Гриднев Станислав Александрович, профессор кафедры Физики твердого тела ВГТУ, профессор, доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки РФ;

- Коротков Леонид Николаевич, профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, профессор, доктор физико-математических наук;

- Ситников Александр Викторович, профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, доцент, доктор физико-математических наук.

## **2 Цели основной профессиональной образовательной программы**

В области воспитания общими целями ОПОП является формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникативности, повышении их общей культуры, толерантности.

В области обучения общими целями ОПОП являются:

- удовлетворение потребности общества и государства в фундаментально образованных и гармонически развитых специалистах, владеющих современными технологиями в области профессиональной деятельности;

- удовлетворение потребности личности в овладении социальными и профессиональными компетенциями, позволяющими ей быть востребованной на рынке труда и в обществе, способной к социальной и профессиональной мобильности.

## **3 Область профессиональной деятельности**

В целом, область профессиональной деятельности магистров включает совокупность средств и методов человеческой деятельности, связанных с выявлением, исследованием и моделированием новых физических явлений и закономерностей, обусловленных переходом к микро- и наноразмерному масштабу. С разработкой, созданием и внедрением новых микро- и нанотехнологий, а также приборов, устройств и материалов, которые могут быть отнесены к изделиям микро- и наносистемной техники.

В соответствии с ФГОС ВО выпускники, освоившие программу магистратуры по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника», могут осуществлять профессиональную деятельность в следующих областях:

- Образование и наука (в сфере научных исследований);
- Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (в сфере производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, в сфере управления производством материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, в сфере технического обеспечения технологических процессов микро- и наноразмерных электромеханических систем);
- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере разработки, эксплуатации и обслуживания технологического оборудования и аппаратно-программных средств для производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

#### **4 Объекты профессиональной деятельности**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры "Нано- и микросистемная техника" являются материалы и компоненты нано- и микросистемной техники, микро- и наноразмерные электромеханические системы, а также технологическое оборудование и аппаратно-программные средства для производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

#### **5 Виды профессиональной деятельности**

В соответствии с ФГОС ВО в рамках освоения программы магистратуры по направлению подготовки 28.04.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- проектно-конструкторский;
- проектно-технологический;
- организационно-управленческий;
- научно-педагогический.

#### **6 Профиль и доминирующий вид профессиональной деятельности**

Предлагаемая ОПОП предназначена для студентов магистерской программы «Нано- и микросистемная техника», доминирующим видом профессиональной деятельности которых предполагается научно-исследовательская. Доминирующие виды профессиональной деятельности определяются следующими дисциплинами вариативной части ОПОП:

1. Конструирование и технология интегральных микросхем;

2. Микро- и наносенсорика;
3. Микропроцессорная техника;
4. Физика нанокompозитных материалов;
5. САПР микро и наносистем;
6. Технология нанесения покрытий;
7. Микро- и наносистемы на базе 3D-технологий;
8. Микроприборы акустоэлектроники;
9. СВЧ-микро и наносистемы;
10. Научно-исследовательская работа.

## **7 Задачи профессиональной деятельности**

Магистр направления "Нанотехнологии и микросистемная техника" должен быть подготовлен к решению следующих задач в соответствии с научно-исследовательским доминирующим видом профессиональной деятельности:

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме научного исследования в избранной области;
- формулирование задачи и плана научного исследования, подготовка отдельных заданий для исполнителей;
- выбор оптимального метода и разработка программ научных исследований, проведение их с разработкой новых и выбором существующих технических средств, обработка и анализ полученных результатов;
- построение математических моделей физико-технических объектов и процессов и обоснованный выбор инструментальных и программных средств реализации этих моделей;
- оформление отчетов, статей, рефератов по результатам научных исследований;
- осуществление наладки, настройки и опытной проверки наукоемких физических и физико-технических приборов, систем и комплексов;
- проведение проверки параметров изделий «система в корпусе» на соответствие техническим требованиям;
- проведение испытаний изделий «система в корпусе» на устойчивость к внешним воздействующим факторам;
- проведение технологического контроля производства изделий «система в корпусе».

## **8 Результаты освоения ОПОП**

В результате обучения по программе «Нано- и микросистемная техника» у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции, способствующие социальной мобильности, конкурентоспособности и устойчивости на рынке труда, позволяющие выполнять различные задачи, сформулированные работодателями.

8.1 Универсальные компетенции, которыми должен обладать выпускник.

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;

УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия;

УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

8.2 Обще-professionalные компетенции, которыми должен обладать выпускник.

ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей;

ОПК-2. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента;

ОПК-3. Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений;

ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;

ОПК-5. Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов;

ОПК-6. Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности;

ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники.

8.3 Рекомендуемые профессиональные компетенции, формируемые на основе профессиональных стандартов.

ПК-1 Способен проводить проверку электрических параметров изделий «система в корпусе» на соответствие требованиям технического задания;

ПК-2 Способен проводить испытание изделий «система в корпусе» на устойчивость к внешним воздействующим факторам и на соответствие требованиям технического задания;

ПК-3 Способен осуществлять технологический контроль производства изделий «система в корпусе».

## **9. Требования, предъявляемые к абитуриенту**

Требования к абитуриенту предъявляются в соответствии с правилами приема в ВГТУ.

## **10. Учебный план (Приложение 1)**

## 11. Аннотации программ дисциплин

### 11.1 Аннотация дисциплины Б1.О.01.

«История и методология науки и техники в области нанотехнологии»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕ (108 часов).

#### Цели и задачи дисциплины:

Изучение основ современного физического мировоззрения, знакомство с ходом и хронологией становления основных физических теорий, изучение влияния физических теорий и развития смежных наук на возникновение и развитие практических приложений научных достижений в различных областях техники.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Основы современного физического мировоззрения. Ход становления основных физических теорий. Представление о новых направлениях фундаментальных исследований, достижениях и перспективах развития нанотехнологии. Основные области применения приборов нано и микросистемной техники в промышленности и научных исследованиях. Сведения об основных современных российских научных школах, центрах по фундаментальным и прикладным исследованиям. Производственные объединения и предприятия, как возможные места приложения студентами своих знаний после завершения учебы в университете.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные закономерности исторического процесса в науке и технике; предпосылки возникновения и этапы исторического развития в области электроники; место и значение нанотехнологии в современном мире; основные направления, научные школы фундаментального и прикладного исследования и передовые производственные предприятия, работающие в области нанотехнологии; методологические основы и принципы современной науки.

**уметь:** готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области нанотехнологии; прогнозировать и анализировать социально-экономические, гуманитарные и экологические последствия научных открытий и новых технических решений в области нанотехнологии.

**и:** навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области нанотехнологии; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.

Виды учебной работы: лекции, семинарские занятия

Изучение дисциплины заканчивается зачётом

## 11.2 Аннотация дисциплины Б1.О.02.

### «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов).

#### Цели и задачи дисциплины:

Формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства наноструктурированных материалов, а также влияющих на изменение физических свойств твердых тел при переходе к наноструктурному состоянию.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Методы получения наноразмерных структур. Нанотехнологии на основе молекулярных пучков и физического и химического осаждения материалов из газовой фазы. Синтез функциональных материалов методом молекулярной и химической сборки. Золь-гель технология как способ получения нанокомпозитов функционального назначения. Нанотехнологии на основе силовой зондовой микроскопии (СЗМ). Функциональные композиты и нанокомпозиты. Размерный эффект в сегнетоэлектриках. Тонкие пленки сегнетоэлектриков и сегнетоэлектрические сверхрешетки. Применение тонких сегнетоэлектрических пленок для создания устройств электронной памяти. Пористые матрицы и методы их получения. Углеродные материалы: графит, пирроуглерод, стеклоуглерод, алмаз, органические соединения углерода, фуллерены, фуллериты, нанотрубки, нановолокна, графены и нанографиты. Полимерные композиционные наноматериалы. Фрактальные структуры вещества. Применение функциональных наноматериалов. Основные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития нанотехнологии, а также смежных областей науки и техники; передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области нанотехнологии;

**уметь:** оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований в области нанотехнологии; предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области нанотехнологии;

**владеть:** современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях нанотехнологии.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

### 11.3 Аннотация дисциплины Б1.О.03.

#### «Компьютерные технологии в научных исследованиях»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 8 ЗЕ (288 часов).

#### Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области современных информационных систем и технологий, обосновать их роль в науке и образовании, сформировать навыки аналитической работы в среде новых информационных технологий.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Стадии компьютерной поддержки физического эксперимента. Способы включения сенсорных устройств в измерительный тракт. Основы автоматизации научных исследований, средства автоматизации и обмена информацией в автоматизированных измерительных системах. Графический язык программирования LabVIEW, приборные интерфейсы и протоколы обмена информацией с компьютером. Практические методы численной обработки измеряемых сигналов и получения корректных физических результатов.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов
-------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основы автоматизации научных исследований, принципы математической обработки экспериментальных данных;

**уметь:** проектировать и разрабатывать компьютерные измерительные системы; осуществлять аналоговую и цифровую обработку измеряемых сигналов и документировать данные эксперимента;

**владеть:** современными программными средствами автоматизации, моделирования и обработки экспериментальных данных.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные работы, практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом

## 11.4 Аннотация дисциплины Б1.О.04.

### «Психология и социология»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов).

#### Цели дисциплины:

Развитие у студентов навыков эффективного принятия решений в условиях профессиональной деятельности, используя знания психофизиологической природы человека и особенностей современного информационного общества.

#### Задачи дисциплины:

Ознакомить студентов с системой знаний о человеке, его возрастных, индивидуальных особенностях; познать закономерности и характер общественной жизни, единство социальных процессов с природными, усвоить ряд рекомендаций, оптимизирующих связи человека с другим людьми; расширить знания о личности как субъекте общественных отношений, ее статусах и ролях, интересах и мотивах поведения, особенностях функционирования различных социальных общностей и институтов.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Психология: предмет, объект и методы психологии. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект, индивидуальность. Психика и организм. Основные функции психики. Основные психические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь. Психология личности. Межличностные отношения. Психология малых групп. Межгрупповые отношения и взаимодействия.

Социология. Классические социологические теории. Современные социологические теории. Общество и социальные институты. Мировая система и процессы глобализации. Социальные группы и общности. Социальная организация. Социальное неравенство, стратификация и социальная мобильность. Социальное взаимодействие и социальные отношения. Взаимодействие экономики, социальных отношений и культуры. Личность как социальный тип. Социальный контроль и девиация. Личность как деятельный субъект. Социальные изменения. Социальные революции и реформы. Концепция социального прогресса. Методы социологического исследования.

#### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК-6	Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные этапы развития социологии, политологии в России и мире; сущность основных социологических парадигм; типы обществ и сложные пути их развития;; социальные институты и суть институционализации; социальную структуру общества и стратификацию, виды и каналы социальной мобильности; политическую систему России; чем определяется социальное поведение индивида, причины и пути разрешения социальных и политических конфликтов; свои права и обязанности как гражданина страны; систему органов государственной власти и местного самоуправления;

**уметь:** объяснить социальные и политические процессы с точки зрения основных парадигм в социологии и политологии; истолковывать отличия в развитии обществ, культур, выделять плюсы и минусы социальных, политических процессов; грамотно строить свою устную и письменную речь, демонстрируя знание основных понятий социологии, политологии;

**владеть:** навыками анализа социальных фактов и использования знаний для прогнозирования современной социально-политической, экономической ситуации; навыками всесторонней и объективной оценки социальных политических событий и процессов; основными методами работы с научными источниками; навыками применения основных методов социологического анализа для решения профессиональных задач.

Виды учебной работы: лекции, семинарские занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

### 11.5 Аннотация дисциплины Б1.В.01.

#### «Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов).

#### Цели дисциплины:

Приобретение коммуникативной компетенции, позволяющей будущим специалистам владеть элементарными навыками межкультурного профессионального общения и чтения научной литературы на английском языке.

#### Задачи дисциплины:

Формирование и совершенствование навыков чтения и понимания оригинальной литературы на английском языке по физике конденсированного состояния; системное повторение грамматического материала с функциональной направленностью объяснения и иллюстрацией грамматических явлений лексикой по широкому профилю направления «Нанотехнологии и микросистемная техника»; выработка у студентов приёмов и навыков реферирования и перевода текстов по специальности; ознакомление студентов с современной научной терминологией на английском языке и формирование базовых навыков говорения и аудирования на основе изученного материала; развитие умения самостоятельно совершенствовать знания по английскому языку.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Лексика. Грамматика. Чтение. Говорение. Аудирование. Письменная речь. Технический перевод.

#### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основы базовой грамматики изучаемого языка в функциональном аспекте; современную иностранную терминологию в сфере своей специальности; назначение и принцип использования важнейших лингвистических справочных материалов.

**уметь:** читать и понимать литературу по специальности без словаря; извлекать общую информацию из иноязычных источников без словаря; использовать справочный материал и различные типы словарей для работы с иноязычным материалом; записывать информацию на иностранном языке; элементарно объясняться в профессиональной ситуации; понимать элементарную иностранную речь.

**владеть:** навыками чтения и перевода литературы на английском языке по специальности; навыками говорения и аудирования на английском языке в сфере профессиональной коммуникации; навыками правильной организации самостоятельной работы с иноязычными источниками информации.

Виды учебной работы: практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

## 11.6 Аннотация дисциплины Б1.В.02.

### «Конструирование и технология интегральных микросхем»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 часов).

#### Цели дисциплины:

Формирование знаний в области базовых принципов и методов конструирования и проектирования интегральных микросхем, получение знаний о технологических процессах создания интегральных схем различного типа и различного назначения, овладение способами комплексного контроля параметров в процессе изготовления интегральных микросхем

#### Задачи дисциплины:

Ознакомление с основами выбора материалов и конструкций тонкоплёночных, толстоплёночных, гибридных и полупроводниковых интегральных микросхем; освоение современных средств и способов разработки интегральных микросхем на всех этапах проектирования с учётом их электрических, технологических и эксплуатационных характеристик. Приобретение опыта использования программного обеспечения для моделирования и проектирования интегральных микросхем. получение навыков планирования и организации работ по производству изделий в микроэлектронике; ознакомление с основными технологическими методами изготовления интегральных микросхем; освоение основных методов контроля параметров в процессе изготовления микросхем; освоение требований к оформлению технической документации.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Обосновывание выбора материалов и конструкций тонкоплёночных, толстоплёночных, гибридных и полупроводниковых интегральных микросхем. Методы проектирования и расчёта конструктивных параметров элементов с учётом их электрических, технологических и эксплуатационных характеристик. Средства автоматизированного проектирования интегральных микросхем. Язык описания базовых библиотечных элементов. Основы топологического описания проекта. Проектирование топологии интегральных микросхем на основе стандартных ячеек. Общая характеристика технологии производства интегральных микросхем. Типовые технологические процессы формирования изделий микросистемной техники. Технологические ограничения. Изготовление и очистка пластин и подложек. Методы формирования топологии микросхем. Методы получения тонких пленок. Методы получения полупроводниковых слоев и переходов. Типовые маршруты изготовления структур интегральных микросхем. Показатели качества и надежности изделий микроэлектроники. Сборка микросхем

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** общую характеристику процесса проектирования интегральных схем; восходящее и нисходящее проектирование; методы и этапы проектирования; классификацию методов изготовления ИМ; технологический процесс изготовления ИМ; тенденции развития технологии производства ИМ; основные методы расчета конструкций микро- и наносистем; методы формирования и проектирования топологии микроструктур

**уметь:** выбирать и применять различные программные средства машинного моделирования и проектирования ИМС на всех этапах; разрабатывать схему последовательности этапов технологических операций при создании интегральных схем различных типов; оформлять технологическую и другую техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами; оценивать основные погрешности преобразования в микроструктурах;

**владеть:** представлением об эволюции и перспективах развития программных средств автоматизированного проектирования ИМ; методами расчета конструктивных параметров структур по заданным эксплуатационным характеристикам микроприборов.

Виды учебной работы: лекции, семинарские занятия, курсовая работа.  
Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

## 11.7 Аннотация дисциплины Б1.В.03.

### «Микро- и наносенсорика»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов).

#### Цели дисциплины:

Приобретение знаний в областях создания и применения нано- и микросенсорных систем.

#### Задачи дисциплины:

Изучение базовых принципов функционирования нано- и микросенсоров, их характеристик, конструкций и особенностей применения.

Формирование навыков применения нано- и микросенсоров для контроля параметров различных воздействий с учетом их чувствительности, динамического диапазона и условий эксплуатации.

Освоение методов расчета, определения и калибровки основных характеристик нано- и микросенсоров.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Сенсоры в микро- и наносистемной технике приоритетные области их применения. Схемы формирования сигналов сенсоров. Оптические сенсоры. Датчики температуры. Детекторы ионизирующего излучения. Сенсорные микросистемы для контроля магнитного поля. Механические микросенсоры. Химические микросенсоры. Сенсорные аналитические системы.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** принципы работы и основные параметры микро- и наносенсоров, их устройство и функционирование в различных условиях внешних воздействий, технологию их изготовления; современные области применения микро- и наносенсоров в электронных приборах и устройствах, тенденции и перспективы их развития;

**уметь:** производить обоснованный выбор микро- и наносенсоров; рассчитывать их физико-технические параметры;

**владеть:** методами расчета, моделирования и проектирования микро- и наносенсоров; способами управления их параметрами, приемами эксплуатации.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

## 11.8 Аннотация дисциплины Б1.В.04.

### «Микропроцессорная техника»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 часов).

#### Цели дисциплины:

Получение знаний о современных семействах микропроцессоров и микроконтроллеров, изучение принципов конструирования микропроцессорных устройств, выработка навыков программирования микропроцессорных устройств.

#### Задачи дисциплины:

Изучение элементной базы микропроцессорных и микроконтроллерных устройств, способов сопряжения микропроцессорных устройств с датчиками и исполнительными механизмами, приемов программирования микропроцессорных устройств. Приобретение навыков в разработке программ микроконтроллера с использованием инструментальных средств на персональном компьютере

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Классификация микропроцессоров. Общие сведения о микропроцессорных системах управления. Основные сигналы и внутренняя структура обобщенной МП системы. Использование языка С для программирования и микроконтроллерных устройств. Микроконтроллеры семейства ARM. Средства ввода/вывода в микропроцессорных системах. Сопряжение микроконтроллеров с устройствами отображения дискретной информации, символьной и графической информации. Подключение исполнительных устройств к микроконтроллерам - электромагнитные исполнительные механизмы, шаговые и линейные электродвигатели. Запоминающие устройства. Микросхемы статических оперативных запоминающих устройств (ОЗУ). Микросхемы динамических оперативных запоминающих устройств (ДОЗУ). Микросхемы постоянных запоминающих устройств (ПЗУ).

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов
-------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** особенности внутренней структуры микропроцессоров и микроконтроллеров; элементную базу и особенности применения специализированных больших интегральных схем и микросхем памяти в системах на основе микропроцессоров и микроконтроллеров.

**уметь:** разрабатывать управляющие модули с использованием микроконтроллеров семейства ARM; разрабатывать программы для микропроцессоров и микроконтроллеров с использованием языка С+.

**владеть:** навыками использования кросс-средств для разработки программного обеспечения микро-процессорных систем.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные работы, практические занятия, курсовая работа.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

## 11.9 Аннотация дисциплины Б1.В.05.

### «Физика нанокompозитных материалов»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 часов).

**Цель дисциплины:** Получение знаний о свойствах многокомпонентных материалов, включающие компоненты с размером хотя бы по одному направлению менее 100 нм, имеющих принципиально новые качества, а также рассмотрение совокупности методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать такие материалы.

**Задачи дисциплины:** Изучение принципиально новых физических (оптических, диэлектрических, магнитных и др.) свойств и явлений, возникающих при наноструктурировании многокомпонентных материалов. Получение навыков в области синтеза и методов исследования нанокompозитных материалов (НКМ).

#### **Основные дидактические единицы:**

Классификация НКМ. Методы получения НКМ. Методы исследования НКМ. Структура и фазовые переходы в нанокompозитных материалах. Электронный транспорт в нанокompозитных материалах. Магнитные свойства НКМ. Туннельное магнитосопротивление в НКМ металл-диэлектрик. Метаматериалы. Оптические свойства НКМ. НКМ на основе пористых матриц. Механические свойства нанокompозиционных материалов и покрытий. Применение нанокompозитных материалов.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
ОПК-4	Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** особенности физических свойств НКМ; основные тенденции в создании новых НКМ; особенности применения новых НКМ и технологических процессов в наноэлектронике.

**уметь:** критически оценивать достоинства, недостатки и области возможного применения новых нанокompозитных материалов и технологии их получения; находить пути оптимального решения конкретных задач в области наноэлектроники и спинтроники, связанных с использованием нанокompозитных материалов.

**владеть:** навыками использования методов получения и исследования структуры и свойств НКМ.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные работы, семинарские занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

## 11.10 Аннотация дисциплины Б1.В.06.

### «САПР микро и наносистем»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 часов).

#### Цели дисциплины:

Основной целью изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования микро- и наносистем» является формирование общих представлений о САПР, а также базовых навыков работы в средах современных САПР микро- и наносистем.

#### Задачи дисциплины:

- изучение основ математического аппарата теории формальных языков;
- изучение основ построения архитектуры и структуры программного обеспечения САПР;
- изучение методов и технологий разработки программного обеспечения;
- приобретение навыков разработки алгоритмов, архитектуры и структуры программ, тестирования и отладки, документирования и сопровождения программного обеспечения с использованием современных технологий программирования.
- изучение специализированных алгоритмов и методов автоматизации проектирования сверхбольших интегральных схем (СБИС) широкого применения.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Введение. Организация программного обеспечения САПР. Компиляторы и транслирующие программы. Классификация языков САПР. Основные понятия логического и логико-временного анализа. Разновидности современных КМОП-схем. Обобщение понятия Булевой алгебры. Четырехзначная логика. Графовые модели КМОП-схем. Диаграммы двоичных решений (BDD). Граф двухполюсников (channel graph). Граф последовательно-параллельных соединений (SP-граф). Подсхемы элементов, связанных по постоянному току (DCCC). Pull-up, pull-down цепочки КМОП-вентиля. Методы анализа логических ограничений в КМОП-схеме: метод импликаций, метод резолюций. Вывод логических функций на основе метода резолюций. Редукция системы логических ограничений. Гиперграф логических ограничений КМОП-схемы.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов
ОПК-7	Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: математический аппарат теории формальных языков; основные способы построения транслирующих программ; общие принципы, методы и средства проектирования архитектуры и структуры программного обеспечения САПР; методы программной обработки данных; общую структуру и основные внутренние алгоритмы

программ логического моделирования, статического временного анализа;

**уметь:** использовать современные инструментальные средства для разработки трансляторов и программного обеспечения в целом; предлагать решения основных проблем проектирования нанометровых КМОП схем;

**владеть:** базовыми навыками разработки алгоритмов, архитектуры и структуры программ, документирования и сопровождения программного обеспечения с использованием современных технологий программирования.

Виды учебной работы: лекции, практические занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

### 11.11 Аннотация дисциплины Б1.В.07.

#### «Технология нанесения покрытий»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 часов).

**Цель дисциплины:** формирование компетенций в области технологий нанесения покрытий и поверхностной обработки материалов; необходимого оборудования для получения покрытий и поверхностной обработки различными методами.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование у студентов теоретической базы о физических основах технологий нанесения различных покрытий; формирование знаний об эксплуатационных характеристиках покрытий; методах их нанесения и ограничениях; преимуществах, недостатках различных покрытий с точки зрения структуры, эксплуатационных свойств, технологичности; методологии выбора покрытий; формирование знаний об оборудовании для нанесения покрытий, принципах его работы и ключевых узлах; технологическом оснащении процессов получения покрытий и технологических режимах.

#### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Классификация покрытий. Классификация методов получения покрытий и обработки поверхности материалов. Химические и электрохимические методы нанесения покрытий. Методы физического и химического осаждения из газовой фазы. Механизмы роста покрытий. Диффузионные методы нанесения покрытий. Плазменные и газоплазменные методы нанесения покрытий. Детонационно-газовое нанесение покрытий. Методы контроля структуры, субструктуры, физико-механических свойств покрытий. Метрологическое обеспечение процесса получения покрытий.

#### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** физические основы технологий нанесения покрытий различных видов; эксплуатационные характеристики и назначение различных видов покрытий их преимущества и недостатки; основные типы оборудования для получения различных покрытий и обработки поверхности материалов.

**уметь:** разрабатывать основные технологические процессы получения покрытий; подбирать необходимое оборудование и технологическую оснастку для реализации технологии получения покрытий и поверхностной обработки материалов; использовать современное оборудование для получения различных видов покрытий и поверхностной обработки материалов.

**владеть:** навыками работы со справочной литературой и технической документацией; методиками расчета эксплуатационных параметров покрытий и технологических режимах их получения.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные работы, семинарские занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

### 11.12 Аннотация дисциплины Б1.В.08.

#### «Методы испытания изделий "система в корпусе"»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

**Цель дисциплины:** формирование компетенций, позволяющих выпускнику быть готовым к проведению испытаний изделий электронной техники на надёжность.

**Задачи дисциплины:** формирование у студентов представлений о методах контроля качества изделий электронной техники; о видах и способах испытаний изделий электронной техники на надёжность.

#### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Виды отказов, повреждений и их анализ. Механизм отказов активных элементов. Отказы металлизации. Отказы контактных соединений. Методы оценки надёжности. Оптические методы контроля. Методы контроля распределения температурных полей. Радиационные методы контроля. Методы электронной микроскопии. Масс-спектрометрические методы. Электрохимические методы контроля. Контроль качества проведения технологических процессов с использованием тест-структуры.

Классификация испытаний. Стандартизация климатических требований при испытании изделий электронной техники. Климатические испытания. Влияние механических воздействий на интегральные микросхемы, их стандартизация и виды механических испытаний. Механические испытания. Классификация изделий электронной техники по условиям эксплуатации и стандартизации методов испытаний.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ПК-1	Способен проводить проверку электрических параметров изделий «система в корпусе» на соответствие требованиям технического задания
ПК-2	Способен проводить испытание изделий «система в корпусе» на устойчивость к внешним воздействующим факторам и на соответствие требованиям технического задания
ПК-3	Способен осуществлять технологический контроль производства изделий «система в корпусе»

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** виды отказов «систем в корпусе»; методы контроля надёжности изделий электронной техники;

**уметь:** анализировать причины отказов «систем в корпусе»; сопоставлять метод испытания и характеристики изделия, проверяемые данным методом; выбирать режимы проведения испытаний в зависимости от предъявляемых требований;

**владеть:** методикой выбора метода испытания изделий для проверки надёжности требуемых параметров «систем в корпусе».

Виды учебной работы: лекции, семинарские занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

### 11.13 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.01.01.

#### «Микро- и наносистемы на базе 3D-технологий»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

**Цель дисциплины:** формирование у обучающихся знаний о методах повышения степени интеграции и функциональности изделий микросистемной техники.

**Задачи дисциплины:** приобретение студентами знаний об основных направлениях в технологии производства 3D изделий; формирование знаний о конструктивных особенностях, принципах функционирования и технических характеристиках оборудования, применяемого в производстве 3D изделий.

**Основные дидактические единицы (разделы):** Пути повышения степени интеграции ИМС с использованием методов 3D сборки.

Технология сквозных отверстий через кремний (TSV). Технологии сборки: кристалл-на-кристалле, пластина-на-пластине, корпус- на-корпусе. Технологии создания глубоких/сквозных отверстий в кремнии.

Глубокое реактивное ионно-плазменное травление кремния

Системы глубокого реактивного ионно-плазменного травления кремния. Заполнение отверстий металлом. Технологии осаждения слоев металлов. Технология электроиндуцированного осаждения меди. Химико-механическая полировка и утонение пластин. Технология соединения пластин. Способы пайки на операции сборки. Соединения клеями и другими адгезивами. Контроль качества межсоединений. Беспроволочные методы формирования внутренних межсоединений Контроль качества соединения пластин

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ПК-3	Способен осуществлять технологический контроль производства изделий «система в корпусе»

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** назначение, физико-химические основы, методы выполнения основных технологических процессов производства микро- и наносистем на базе 3D технологий

**уметь:** выбирать последовательность и режимы проведения технологических процессов производства изделий микро- и наносистем на базе 3D технологий

**владеть:** методами расчета режимов выполнения основных технологических процессов производства изделий микро- и наносистем на базе 3D технологий

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

### 11.14 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.01.02.

#### «Квантовая электроника»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

Цель дисциплины:

Формирование у студентов представлений об общих закономерностях генерации и усиления электромагнитных волн устройствами квантовой электроники, детектирования оптического излучения.

Задачи дисциплины:

Развитие у студентов понимания основных положений взаимодействия электромагнитного излучения с квантовой средой в рамках квазиклассического приближения, знаний о кинетических уравнениях квантового генератора и усилителя, конструкции и свойствах оптических резонаторов, схемы режимы работы и конструкцию основных типов лазеров, методы управления лазерным излучением.

Основные дидактические единицы (разделы):

Электромагнитная волна в активной среде. Квантовые усилители. Квантовые генераторы. Оптические резонаторы. Лазеры. Мазеры. Фотоприемники. Модуляция лазерного излучения.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ПК-3	Способен осуществлять технологический контроль производства изделий «система в корпусе»

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные физические идеи квантовой электроники; основные физические принципы работы лазеров; характеристики лазерного излучения; способы управления параметрами лазерных пучков; принцип работы наиболее важных лазеров;

**уметь:** измерять характеристики лазерного излучения;

применять лазеры в экспериментальной работе и на производстве; пользоваться профессиональной терминологией

**владеть:** знаниями основ квантовой электроники, принципа работы квантовых усилителей, генераторов и преобразователей частоты.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

### 11.15 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.02.01.

#### «Микроприборы акустоэлектроники»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

**Цель дисциплины:** формирование у студентов представлений о физических основах акустоэлектроники.

**Задачи дисциплины:** изучение особенностей и принципов работы акустоэлектронных приборов и компонентов, в основе которых лежит использование объемных акустических волн; изучение особенностей и принципов работы акустоэлектронных приборов и компонентов, в основе которых лежит использование поверхностных акустических волн; изучение методов расчета и путей совершенствования акустических устройств; изучение методов экспериментального исследования основных характеристик акустоэлектронных устройств.

**Основные дидактические единицы (разделы):** Теоретические основы акустоэлектронных приборов и элементов. Основные приборы и компоненты акустоэлектроники. Типы акустоэлектрических преобразователей. Поверхностные акустические волны. Объемные акустические волны. Акустические волноводы. Акустоэлектрический эффект. Электрические эквивалентные схемы. Электрические схемы замещения линий задержки на ПАВ. Многополосковые ответвители. Акустоэлектрические усилители, типы акустоэлектрических усилителей. Устройства на объемных акустических волнах. Пьезокерамические трансформаторы Методика расчета пьезотрансформаторов пластинчатого типа. Способы управления работой пьезотрансформаторов. Биморфные элементы. Пьезоэлектрические сканирующие устройства. Пьезоэлектрические актюаторы. Гистерезисные явления в актюаторах. Области применения актюаторов. Резонаторы на объемных акустических волнах .

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные принципы проектирования акусто- электронных приборов и устройств; теоретические основы расчета акустоэлектронных приборов и компонентов; перспективы применения акустоэлектронных приборов;

**уметь:** применять теоретические основы расчета акустоэлектронных приборов и компонентов на практике;

**владеть:** методами расчета акустоэлектронных приборов и компонентов.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

### 11.16 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.02.02.

#### «Оптомеханические системы»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

#### Цели дисциплины:

Формирование знаний в областях, связанных с распространением электромагнитных волн видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов спектра, приобретение практических навыков в разработке оптических приборов, устройств передачи информации и датчиков.

**Задачи дисциплины:** Изучение оптических чувствительных элементов и датчиков, основанных на оптических элементах.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Оптические чувствительные элементы. Оптические приемники. Оптические датчики. Оптические энкодеры. Методы измерения расстояний с помощью лазеров. Микродисплеи. Просветные, отражательные, светоизлучающие микродисплеи. Видеопроекторные устройства. Цифровые микрозеркальные устройства. Жидкокристаллические дисплеи. Графические дисплеи.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** принципы функционирования оптомеханических датчиков;

**уметь:** моделировать процессы, протекающие в оптомеханических устройствах;

**владеть:** навыками исследования рабочих характеристик оптомеханических систем.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

### 11.17 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.03.01.

#### «Тонкопленочные материалы и устройства»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

**Цели и задачи дисциплины:** Формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства тонких пленок, а также влияющих на изменение физических свойств твердых тел при переходе к тонкопленочному состоянию.

#### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Методы получения пленок металлов, полупроводников, диэлектриков. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок. Механизмы роста пленок. Особенности физических свойств тонких пленок. Примеры практического применения тонких пленок в электронике, вычислительной технике и приборостроении.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основные физические явления и основные законы физики тонких пленок, границы их применимости; методы получения тонких пленок; закономерности и механизмы роста тонких пленок; электрические и магнитные свойства тонких и островковых пленок; механические свойства тонких пленок и напряжения, возникающие в них в процессе роста; особенности размерного эффекта;

**уметь:** выбирать метод и условия осаждения материала для обеспечения формирования требуемой структуры; выявлять факторы, влияющие на механизм роста и структуру формирующейся пленки; истолковывать смысл физических величин и понятий;

**владеть:** навыками исследования физических свойств тонких пленок; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории при получении и исследовании тонких пленок.

Виды учебной работы: лекции, семинарские занятия, курсовая работа.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

### 11.18 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.03.02.

#### «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 часа).

#### Цели дисциплины:

Формирование научной основы для изучения особенностей оптических и фотоэлектрических явлений в полупроводниках, применяемых в современных оптоэлектронных приборах.

#### Задачи дисциплины:

Формирование у студентов понимания физических основ функционирования полупроводниковых оптоэлектронных приборов и способности применять методы расчета их характеристик, учитывая особенности приборов, изготовленных из различных полупроводниковых материалов;

Формирование готовности рассчитывать, моделировать и исследовать параметры и характеристики оптоэлектронных приборов.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Оптические свойства полупроводников и их влияние на параметры фотоприемников. Люминесценция полупроводников. Светодиоды и оптроны.

Полупроводниковые лазеры. Основные параметры и характеристики фотопреобразователей (ФП). Фоторезисторы. Основы работы фотоприемников с потенциальными барьерами. Матричные полупроводниковые приемники изображений.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** состояние научно-технической проблемы в области фотоэлектрических явлений в полупроводниках и приборах на их основе путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.

**уметь:** анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; формулировать цели и задачи научных исследований фотоэлектрических явлений в полупроводниках и приборах на их основе, а также обосновывать выбор теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач;

**владеть:** методами исследования и навыками их применения при исследовании фотоэлектрических явлений в полупроводниках и приборах на их основе;

Виды учебной работы: лекции, семинарские занятия, курсовая работа.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

## 11.19 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.04.01.

### «СВЧ-микро и наносистемы»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов).

#### Цели дисциплины:

Формирование представлений об элементной базе сверхвысокочастотной (СВЧ) электроники и приобретение навыков ее проектирования, исследования и применения. В результате изучения дисциплины студенты должны быть готовы к исследовательской деятельности по разработке и определению характеристик и областей применения СВЧ элементной базы.

#### Задачи дисциплины:

Изучение основных физических принципов, эффектов и процессов, лежащих в основе функционирования элементной базы и устройств СВЧ микро- и наносистем, а также изучение областей применения различных компонентов СВЧ элементной базы. Освоение студентами методов расчета элементов СВЧ микро- и наносистем; развитие умений оценивать предельные характеристики различных компонентов СВЧ элементной базы. Формирование знаний и навыков для исследования элементной базы СВЧ электроники.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Области применения СВЧ электроники. Общие принципы построения твердотельной СВЧ элементной базы. Конструктивно-технологические основы ультравысокочастотных СВЧ приборов. Базовые структуры, применяемые в полупроводниковых СВЧ приборах. СВЧ-диоды. Биполярные СВЧ транзисторы. Полевые транзисторы. СВЧ электронная компонентная база на основе микромеханических систем, акусто- и магнитоэлектроника.

#### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов
ОПК-7	Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** физические принципы и процессы, лежащие в основе функционирования устройств СВЧ микро- и наносистем;

**уметь:** оценивать предельные характеристики различных компонентов СВЧ элементной базы;

**владеть:** методиками для определения характеристик элементной базы СВЧ электроники.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

## 11.20 Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.04.02.

### «Силовая электроника»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов).

#### Цели и задачи дисциплины:

Приобретение обучающимися системы знаний законов и теорий, лежащих в основе построения и анализа устройств силовой электроники, а также получить практические навыки по обращению с ней в лабораторных условиях, быть способным адаптироваться к производственно-технологическим и организационно-управленческим видам профессиональной деятельности.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Классификация силовых преобразователей; активные и пассивные элементы силовой электроники. Управление активными приборами, драйверы. Неуправляемые выпрямители и фильтры силовой электроники. Управляемые выпрямители силовой электроники. Линейные стабилизаторы напряжения и тока. Импульсные стабилизаторы напряжения и тока. Конверторы. Инверторы. Статические компенсирующие устройства силовой электроники. Системы управления и защиты устройств силовой электроники.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; основы теории преобразования энергии и физические основы работы устройств силовой электроники; виды устройств силовой электроники и их основные характеристики;

**уметь:** применять, эксплуатировать и производить выбор устройств силовой электроники;

**владеть:** навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования устройств силовой электроники; методами расчета, проектирования и конструирования устройств силовой электроники.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

## 11.21 Аннотация факультативной дисциплины ФТД.В.01.

### «Введение в проектную деятельность»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕ (72 часа).

#### Цель дисциплины:

Познакомить обучающихся с основами проектной деятельности с целью дальнейшего применения полученных знаний и умений для решения конкретных практических задач с использованием проектного метода.

#### Задачи дисциплины:

- познакомить с видами проектов и проектных продуктов, структурой проекта и алгоритмом работы над проектом; научить определять цель, ставить задачи, составлять и реализовывать план проекта; научить представлять проект в виде презентации, оформлять письменную часть проекта; знать критерии оценивания проекта, оценивать свои и чужие результаты; составлять отчет о ходе реализации проекта; иметь представление о рисках, их возникновении и преодолении;

- способствовать развитию умения анализировать, вычленять существенное, связно, грамотно и доказательно излагать материал (в том числе и в письменном виде), самостоятельно применять, пополнять и систематизировать, обобщать полученные знания; способствовать развитию мышления, способности наблюдать и делать выводы;

- развивать у обучающихся сознание значимости коллективной работы для получения результата, роли сотрудничества, совместной деятельности в процессе выполнения творческих заданий; развивать способность к коммуникации.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Теоретические основы проектной деятельности. Типы проектов. Алгоритм работы над проектом. Проблемная ситуация и формулирование проблемы. Постановка цели. Планирование деятельности. Формулирование задач. Ресурсы Реализация плана проекта. Структура проекта. Письменная часть проекта. Оценивание проекта. Защита проекта. Презентация. Анализ проекта

#### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-2	Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента
-------	---

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** определение проекта, проектной деятельности; типы проектов и их проектные продукты; структуру проектов; этапы выполнения проекта; критерии оценки проекта; о ресурсах и их использовании; о рисках, их возникновении и предотвращении; о способах презентации проекта; об экспертизе проекта.

**уметь:** определять проблему и вытекающие из неё задачи; ставить цель; составлять и реализовывать план проекта; отбирать материал из информационных источников; анализировать полученные данные; делать выводы; оценивать проект по критериям оценивания; выбирать соответствующую форму проектного продукта; оформлять результаты проектной деятельности; работать индивидуально, в парах и в группах.

**владеть:** технологией проектной деятельности.

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

## 11.22 Аннотация практики Б2.В.01(Н)

### Научно-исследовательская работа

Общая трудоемкость практики составляет 5 ЗЕ (180 час).

Данная научно-исследовательская работа является «распределённой», то есть магистранты занимаются этой работой параллельно основному процессу обучения во внеурочное время. Распределённая НИР проводится в течении трех семестров (1, 2 и 3).

**Цели и задачи практики:** Ознакомление, формирование и достижение студентом понимания сути физической проблемы, которая составляет предмет его будущей магистерской диссертации. Освоение методик проведения экспериментальных работ, в зависимости от выбранной студентом темы научно-исследовательской деятельности. Подбор литературы по теме научно-исследовательской деятельности.

Во время научно-исследовательской работы студент должен:

*изучить:* патентные и литературные источники по индивидуальной теме исследований с целью их дальнейшего использования при работе над магистерской диссертацией; методики проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научно-исследовательского и измерительного оборудования; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений; требования к подготовке научно-технической документации;

*выполнить:* анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; самостоятельное экспериментальное или теоретическое исследование в рамках поставленных задач; анализ достоверности полученных результатов; сравнение результатов исследований с аналогичными отечественными и зарубежными результатами; анализ научной и практической значимости проводимых исследований; подготовить отчет в конце каждого семестра.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов
-------	--

В результате выполнения «Научно-исследовательской работы» студент должен:  
**знать:** современные проблемы тематики исследований по выбранной теме; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований; современные модели физических явлений.

**уметь:** проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы для решения прикладных задач в области нано-

технологий и микросистемной техники.

**владеть:** способностью оптимизировать современные нанотехнологии в различных областях nano- и микросистемной техники с учетом экономических и экологических требований; готовностью и способностью применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых нанотехнологий в области nano- и микросистемной техники

Прохождение практики заканчивается дифференцированным зачетом.

### 11.23 Аннотация практики

Б2.В.02(У) **Учебная практика** (Получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Общая трудоемкость практики составляет 3 ЗЕ (108 час).

Учебная практика является составной частью основной образовательной программы высшего профессионального образования при подготовке магистров и имеет своей целью формирование и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки, а также приобретение организаторских навыков работы.

Изучение современных программ для численного анализа данных и научной графики, систем автоматизированного проектирования, автоматизации работы с текстовыми документами является залогом успешного осуществления всех видов учебной и научно-исследовательской деятельности. Современные математические пакеты программ, системы моделирования и проектирования обладают большой гибкостью и широкими возможностями.

#### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Решение практических заданий. Составление отчета по практике.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов
-------	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- приемы автоматизации в текстовом процессоре MS Word; основы работы в программах OriginLab, MathCad, Labview; приемы разработки интернет ресурсов, вебсайтов в современных конструкторах сайтов (wix.com, ucoz.ru).

#### **уметь:**

- использовать современные информационные технологии для поиска и анализа новой информации; самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ; автоматизированное редактирование текстовых документов; работать с пакетом программ MS Word, OriginLab, MathCad, MS Publishot, Lab view.

#### **владеть:**

- навыками работы в MS Word, OriginLab, MathCad, MS Publishot, Lab view; навыками самостоятельно повышать квалификацию работы с программным обеспечением; современными информационными технологиями для поиска и анализа новой информации.

**Виды учебной работы:** практические занятия.

Прохождение практики заканчивается дифференцированным зачетом.

## 11.24 Аннотация практики Б2.В.03 (Пд)

### Преддипломная практика

Общая трудоёмкость практики составляет 6 ЗЕ (216 час.)

**Цели и задачи практики:** Систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы; проведение теоретического анализа и написание литературного обзора магистерской диссертации.

#### Основные дидактические единицы (разделы):

Во время преддипломной практики студент должен:

**изучить:** патентные и литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при работе над магистерской диссертацией; методы проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научноисследовательского и измерительного оборудования, используемого при выполнении выпускной квалификационной работы; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений;

**выполнить:** анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме выпускной квалификационной работы; анализ результатов исследований отечественных и зарубежных исследователей по теме работы; анализ научной и практической значимости запланированных исследований; сформулировать цель и задачи магистерской диссертации и составить программу её реализации, написать отчет.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов
ОПК-7	Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники

В результате прохождения «Преддипломной практики» студент должен.

**знать:** современные проблемы тематики исследований по выбранной теме; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований; современные модели физических явлений.

**уметь:** проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы для решения прикладных задач в области нанотехнологий и микросистемной техники.

**владеть:** способностью оптимизировать современные нанотехнологии в различных областях нано- и микросистемной техники с учетом экономических и экологических требований; готовностью и способностью применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анали-

за и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых нанотехнологий в области нано- и микросистемной техники.

Прохождение практики заканчивается дифференцированным зачетом.

## 11.25 Аннотация практики Б2.В.04(Н)

### Научно-исследовательская работа

Общая трудоемкость практики составляет 18 ЗЕ (648 часов).

Цели и задачи дисциплины:

Систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, формирование у студентов навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы: теоретического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования физических процессов.

Во время научно-исследовательской работы студент должен:

**изучить:** патентные и литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при работе над магистерской диссертацией; методы проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научноисследовательского и измерительного оборудования, используемого при выполнении выпускной квалификационной работы; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений;

**выполнить:** анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме выпускной квалификационной работы; анализ результатов исследований отечественных и зарубежных исследователей по теме работы; анализ научной и практической значимости запланированных исследований; сформулировать цель и задачи магистерской диссертации и составить программу её реализации, написать отчет.

- Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов

В результате прохождения «Научно-исследовательской работы» студент должен.

**Знать:** современные проблемы тематики исследований по выбранной теме; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований; современные модели физических явлений.

**Уметь:** проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы для решения прикладных задач в области нанотехнологий и микросистемной техники.

**Владеть:** способностью оптимизировать современные нанотехнологии в различных областях нано- и микросистемной техники с учетом экономических и экологических

гических требований; готовностью и способностью применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых нанотехнологий в области нано- и микросистемной техники.

Прохождение практики заканчивается дифференцированным зачетом.

## 12. Ресурсное обеспечение ООП

### 12.1 Кадровый потенциал

Для реализации основной образовательной программы по направлению подготовки «Нанотехнологии и микросистемная техника» привлекается профессорско-преподавательский состав кафедры физики твердого тела и других кафедр Воронежского государственного технического университета, а также работников профильных организации в количестве:

6 - профессоров, докторов наук ;

7 - доцентов, кандидатов наук.

Краткая характеристика привлекаемых к обучению научнопедагогических работников (НПР) представлена в таблице 1

Таблица 1

Кадровый состав НПР, обеспечивающих подготовку студентов

Обеспеченность НПР	Количество НПР, в приведенных к целочисленным значениям ставок		НПР с учен. степенью или званием		Доля НПР, имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины		В том числе докторов наук		Доля НПР из числа действующих руководителей или работников профильных организа-	
	Кол.	%	Кол	%	Кол	%	Кол.	%	Кол.	%
Требования ФГОС		100		60		70				5
Факт	13	100	13	100	13	100	6	46	1	10

Общее руководство осуществляется Стогнеем О.В., штатным научно-педагогическим работником, имеющим ученую степень доктора физико-математических наук, профессором, со стажем работы в вузе - 31 год, имеющим более 300 научных работ, участвующим в федеральных и международных конференциях, имеющим аспирантуру.

### 12.2 Учебно-методическое обеспечение

Основная образовательная программа обеспечивается учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (курсов, модулей) представлено в сети Интернет и локальной сети образовательного учреждения.

Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

### 12.3 Информационное и материально-техническое обеспечение

ВГТУ располагает на правах собственности всем необходимым материально-техническим обеспечением (помещениями и оборудованием) образовательной деятельности для реализации программы магистратуры по Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и Блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» в соответствии с учебным планом.

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности. В обеспечении учебного процесса по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» используются следующие учебные помещения кафедры физики твердого тела (табл. 2).

Таблица 2

Учебные и учебно-научные лаборатории кафедры ФТТ

№	Наименование	Общая площадь	Кол-во посадочных мест	Перечень основного оборудования
1	2	3	4	5
226	Учеб.лаборатория «Физического. материаловедения»	48,1	14	Твердомер ПМТ-3. Лабор. Стенды СФП-5. Оптич. микроскопы. Электрон. измерит. приборы.
226 а	Учеб.лаборатория «Физ. свойства твердых тел» и дисплейн.класс	39,7	15	Компьютеры. Установка по измерению внутреннего трения.
020	Учебно-научная лаборатория «Нанотехнологий и наноматериалов»	35	8	Компьютеры. Электронно-измерительные приборы. Рентгеновский дифрактометр совместимый с компьютером
024	Учебно-научная лаборатория «Экспериментальных методов исследования»	44,9	9	Установки вакуумного напыления ВУП-4, УВР. Электронно-измерит. приборы Лазерный масс-анализатор "ЭМАЛ-2".
025 а	Учебно-научная лаборатория	12,0	3	Измерительные приборы.
030	Учебно-научная лаборатория «Технология материалов электронной техники»	31,9	6	Вакуумный пост ТУМ-1. Универсальные напылительные установки ионно-лучевого распыления
026 а	Учебно-научная лаборатория «Физических методов исследования»	23,0	4	Вибрационный магнитометр. Установка измерения магнито-электрических свойств. Электронно-измерительные приборы.

002	Учебно-научная лаборатория «Физики твердого тела»	40	8	Установка для измерения диэлектрических характеристик. Установка для измерения внутреннего трения. Компьютеры .
034	Лаборатория «Сегнетоэлектриков»	19,2	4	Установка для измерения внутреннего трения. Установка для измерения диэлектрических характеристик. -
031	Учебно-научная лаборатория «Сегнетоэлектриков»	70,0	12	Технологический участок керамической технологии
221	Лекционная	64,2	50	-
Филиал кафедры ОАО «Корпорация НПО «Риф»	Учебно-научная лаборатория	100	20	Производственное оборудование.
025	НИЛЭМЭ учебно-научная	95,9	5	Электронные микроскопы. ЭМВ-100БР, ЭМ-125 Электронограф ЭГ- 100М Вакуумный пост ВУП- 4, ВУП-2К Растровый электронный микроскоп BS-300 Вакуумный пост с безмасляными средствами откачки -2 шт.
032	НИЛЭМЭ учебно-научная	40,65	4	Электронный микроскоп ПРЭМ-200 Вакуумные установки: УВН-84-III, УСУ-4 Оже-спектрометр - ОЭС-3
033	НИЛЭМЭ учебно-научная	37,38	5	Электронные микроскопы ЭМВ-100АК ЭМ-125 Вакуумные посты: ВУП-5-2 шт
034	НИЛЭМЭ научная	11,6	1	Рентгеновский дифрактометр Дрон-4- 07
01	НИЛЭМЭ научная	27,1	2	Установка импульсного фотонного отжига УОЛП-1

К-07	Лаборатория «Холодильная техника»	80	20	Лабораторные стенды Холодильный шкаф Холодильный ларь
К-08	Лаборантская	21	3	-
К-09	Помещение азотного отделения	90	4	Азотные станции: АЖА-004 ЗИФ-1002
К-02	Лаборатория «Физики низких температур»	37	20	Лабораторные стенды
К-03	Помещение гелиевого отделения	90	4	Станция Г-45
К-05	Лаборатория «Вакуумной техники»	37	10	Лабораторные стенды
К-01	Лаборатория научных исследований	16	2	Стенды научных исследований
К-14	Аспирантская	36	4	-
К-12	Преподавательская	12	2	-
К-11	Преподавательская	36	1	-

Для обучения магистров используются следующие технические средства и программные комплексы (табл. 3).

Таблица 3

Технические средства, применяемые в учебном процессе

Наименование дисциплины	тип ТС или ПК	Используемое программное обеспечение	Лекции (час)	Практика (час)	Лаб. работы (час)	Курсовое проектирование	Дипломное проектирование	Всего часов
научно-исследовательская работа, преддипломная практика	ПК	AutoCAD Компас-3Б OriginPro8		936 216				1152

### **13. Характеристики среды вуза, обеспечивающие развитие общекультурных (социально-личностных) компетенций выпускников**

В университете сформирована социокультурная среда, созданы условия, необходимые для всестороннего развития личности.

Внеучебная работа со студентами способствует развитию социально-воспитательного компонента учебного процесса, включая развитие студенческого самоуправления, участие обучающихся в работе общественных организаций, спортивных и творческих клубов, научных студенческих обществ.

В университете разработаны и приняты «Концепция воспитательной работы ФГБОУ ВО «ВГТУ» и «План воспитательной работы ФГБОУ ВО «ВГТУ» с учетом современных требований, а также создания полноценного комплекса программ по организации комфортного социального пространства для гармоничного развития личности молодого человека, становления грамотного профессионала.

Приоритетными направлениями внеучебной работы в университете являются:

\* Профессионально-трудовое и духовно-нравственное воспитание.

Эффективной и целесообразной формой организации профессионально-трудового и духовно-нравственного воспитания является работа в студенческих строительных отрядах. В рамках развития молодежного добровольческого движения студентами ВГТУ и учащимися колледжа создано объединение «Забота».

\* Патриотическое воспитание.

Ежегодно, накануне Дня освобождения Воронежа от фашистских захватчиков, устраивается лыжный пробег по местам боев за Воронеж. Накануне Дня Победы ежегодно проводится легкоатлетический пробег (Алексеевка, Рамонь, Липецк, Гвоздевка, Ямное, Склево).

\* Культурно-эстетическое воспитание.

В университете создан и активно проводит работу культурный центр, в котором действуют 14 творческих объединений и 24 вокальноинструментальных ансамбля, проводятся самостоятельные фестивали художественного творчества «Золотая осень» и «Студенческая весна», фотовыставки «Мир глазами молодежи», фестиваль компьютерного творчества, фестиваль СТЭМов «Выухоль» (с участием коллективов Украины, ЦФО и г. Воронежа), Татьянин день, Посвящение в студенты.

\* Физическое воспитание.

В университете ежегодно проходят спартакиады среди факультетов и учебных групп, итоги которых подводятся на заседаниях Ученого совета университета в конце учебного года.

Ежегодно проводится конференция научных и студенческих работ в сфере профилактики наркомании и наркопреступности, конференция по пропаганде здорового образа жизни.

На каждом потоке среди студентов, отдыхающих в студенческом спортивно-оздоровительном лагере «Радуга», проводятся лектории областным медицинским профилактическим центром.

Университет принимает активное участие в проведении Всероссийской акции, приуроченной к Всемирному дню борьбы со СПИДом.

\* Развитие студенческого самоуправления.

Студенческое самоуправление и соуправление является элементом общей системы учебно-воспитательного процесса, позволяющим студентам участвовать в управлении вузом и организации своей жизнедеятельности в нем через коллегиальные органы самоуправления и соуправления различных уровней и направлений. Проводятся ежегодные школы студенческого актива: «Радуга», «ПУПС», «20 мая».

Для координации воспитательной работы в конкретных направлениях в университете созданы:

- совет по воспитательной работе ВГТУ;
- комиссия по профилактике употребления психоактивных веществ;
- студсовет студенческого городка на 9-м километре;
- культурный центр;
- спортивно-оздоровительный центр «Политехник»;
- студенческое научное общество;
- институт заместителей деканов по воспитательной работе;
- институт кураторов;
- штаб студенческих отрядов.

Таким образом, сформированная в университете социокультурная среда способствует формированию общекультурных компетенций выпускников (компетенций социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления, системно-деятельностного характера).

#### **14. Государственная итоговая аттестация БЗ.О.01(Д)**

##### **Выполнение и защита выпускной квалификационной работы**

Общая трудоемкость ГИА составляет 6 ЗЕ (216 часов).

Государственная итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Государственная итоговая аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы и государственный экзамен.

Выпускная квалификационная работа в соответствии с магистерской программой выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения практики и выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида деятельности, к которым готовится магистрант.

Тематика выпускных квалификационных работ связана с решением профессиональных задач. Выпускная квалификационная работа может представлять собой теоретическое и/или экспериментальное исследование какой-либо научной или технической проблемы, проектную разработку устройства, прибора или системы, разработку технологического процесса.

ВКР выполняется под руководством опытного специалиста - преподавателя выпускающей кафедры. В том случае, если руководителем является специалист производственной организации, назначается куратор от выпускающей кафедры. ВКР должна содержать реферативную часть, отражающую общую профессиональную эрудицию автора, а также самостоятельную исследовательскую часть, выполненную индивидуально или в составе творческого коллектива по материалам, собранным или полученным самостоятельно студентом в период прохождения практик и научно-исследовательской работы. Темы ВКР предлагаются научным руководителем с кафедры или самими студентами. В их основе могут быть материалы научно-исследовательских или научно-производственных работ кафедры, факультета, научных или производственных организаций.

Самостоятельная часть ВКР представляет собой законченное исследование, свидетельствующее об уровне профессионально-специализированных компетенций автора.

Компетенции, приобретаемые студентом в процессе проведения государственной итоговой аттестации

УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;
УК-2	. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
УК-3.	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели;
УК-4.	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия;
УК-5.	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в про-

	цессе межкультурного взаимодействия;
УК-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.
ОПК-1.	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей;
ОПК-2	. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента;
ОПК-3.	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений;
ОПК-4.	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов;
ОПК-5.	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов;
ОПК-6.	Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности;
ОПК-7.	Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники.
ПК-1	Способен проводить проверку электрических параметров изделий «система в корпусе» на соответствие требованиям технического задания;
ПК-2	Способен проводить испытание изделий «система в корпусе» на устойчивость к внешним воздействующим факторам и на соответствие требованиям технического задания;
ПК-3	Способен осуществлять технологический контроль производства изделий «система в корпусе».

В результате прохождения государственной итоговой аттестации студент должен:

***Знать:***

-современные проблемы нано- и микросистемной техники; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений нанотехнологий в различных областях науки и техники; физические процессы, используемые для совершенствования известных и создания новых приборов и технологий; техническую и научную терминологию; основные физические методы исследования изучаемых в лаборатории материалов и процессов; правила эксплуатации исследовательского и технологического оборудования; методы математического планирования эксперимента, обработки и ана-

лиза опытных данных; методы ведения текущей научно-технической документации.

***Уметь:***

-проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области нано- и микросистемной техники; систематически работать над периодической научной литературой; критически осмысливать и обобщать изучаемый материал; грамотно и четко излагать свои мысли; ставить и решать отдельные конкретные задачи, возникающие в экспериментальных исследованиях; выполнить несложный монтаж или наладку измерительной и технологической аппаратуры; выполнять экспериментальные измерения конкретных изучаемых объектов; осуществлять графическое построение экспериментальных зависимостей, анализ и интерпретацию полученных результатов;

***Сформировать профессионально-значимые качества личности:***

-способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие нанотехнологии в различных областях микросистемной техники с учетом экономических и экологических требований; готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области нано- и микросистемной техники.

14.1 Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации)

Тематика ВКР направлена на решение профессиональных задач научно-исследовательской или производственно-технологической деятельности.

ВКР включает в себя:

- титульный лист;
- задание на ВКР;
- реферат;
- введение;
- литературный обзор;
- описание экспериментальной установки и методику приготовления образцов;
- результаты экспериментальных исследований и их обсуждения;
- заключение;
- список использованных источников.

- Приложения:

1. ФГОС;
2. ПООП;
3. Справочник компетенций.
4. Распределение компетенций.
5. Программы практик.
6. Программы НИР.
7. Программы итоговой государственной аттестации.
8. Лист согласования ОПОП с работодателем.
9. Рабочие программы.